



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE VOLEJBALOVÉ HALY

THE STEEL CONSTRUCTION OF A VOLLEYBALL HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

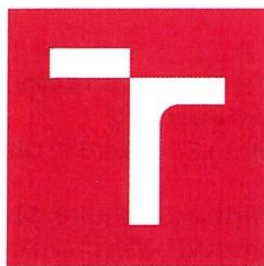
Katarína Polerecká

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	B3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
PRACOVISŤE	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STUDENT	Katarína Polerecká
NÁZEV	Ocelová konstrukce volejbalové haly
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	Ing. Michal Štrba, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	30. 11. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Použity budou platné normy pro stanovení zatížení a navrhování ocelových konstrukcí, zejména:

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

V rámci této práce bude navržena a posouzena ocelová konstrukce volejbalové haly v Brně. Minimální půdorysné rozměry objektu budou 30,0 x 40,0 m. Světlá výška je stanovena na minimálně 12 m. Další rozměry vyplynou z architektonických a koncepčních požadavků na objekt, přičemž konkrétní konstrukce bude vybrána na základě optimalizovaného statického řešení.

Předepsanými přílohami budou:

- statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce, včetně spojů a některých detailů (dle specifikace vedoucího),
- technická zpráva (se zahrnutím postupu montáže),
- výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím práce (včetně výkazu prvků).

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Michal Štrba, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

POPISNÝ SÚBOR ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Michal Štrba, Ph.D.

Autor práce Katarína Polerecká

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Štúdiijný obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby

Študijný program B3607 Stavební inženýrství

Názov práce Ocelová konstrukce volejbalové haly

Názov práce v anglickom jazyku The steel construction of a volleyball hall

Typ práce Bakalárská práca

Prideľovaný titul Bc.

Jazyk práce Slovenčina

Dátový formát elektronickej verzie PDF

Abstrakt práce Obsahom bakalárskej práce je návrh a posúdenie nosnej ocelevej konštrukcie halového objektu, určeného pre volejbalové tréningy a podujatia v okolí mesta Brno. Pôdorysné rozmery sú v tvare obdĺžnika s rozmermi 30 m x 40 m. Halu tvorí 9 priečných väzieb z priehradových väzníkov v osovej vzdialenosti 5,0 m. Priehradové väzníky sú oblúkového tvaru, klbovo pripojené k stĺpom. Konštrukcia je členená na dve oblasti s výškovým rozdielom horných pásov väzníku 6 m. Stĺpy sú uložené na základovú konštrukciu klbovo. Priestorová tuhosť je zaistená systémom pozdĺžnych, priečných stužidiel a väzníc. Všetky prúty ocelevej konštrukcie sú z valcovaných profilov, ktorých návrh je prevedený podľa platných noriem ČSN EN. Použitý materiál nosných prvkov je oceľ triedy S355 prípadne S235 (bežná oceľ).

Abstrakt práce v anglickom jazyku	The aim of this work is design and assessment of the steel roof structure of the hall object designed for volleyball training and events located in Brno. Ground plan dimensions are in the shape of a rectangle with a floor space 30 x 40 m. The hall consists of 9 cross-lenis spaced by 5 m. The truss girders are arc-shaped, pinned on column. Structure is divided into two areas with hight diference of 6 m. Spatial stiffness is ensured by a system of longitudinal, diagonal strut and purlins.
Kľúčové slová	oceľová konštrukcia, športová hala, oblúková konštrukcia, zastrešenie, volejbal, zaťaženie, návrh, statické posúdenie, namáhanie
Kľúčové slová v anglickom jazyku	steel structure, sports hall, arched structure, roofing, volleyball, load, static assessment, stress

Abstrakt

Obsahom bakalárskej práce je návrh a posúdenie nosnej ocelevej konštrukcie halového objektu, určeného pre volejbalové tréningy a podujatia v okolí mesta Brno. Pôdorysné rozmery sú v tvare obdĺžnika s rozmermi 30 m x 40 m. Halu tvorí 9 priečných väzieb z priehradových väzníkov v osovej vzdialenosti 5,0 m. Priehradové väzníky sú oblúkového tvaru, kĺbovo pripojené k stĺpom. Konštrukcia je členená na dve oblasti s výškovým rozdielom horných pásov väzníku 6 m. Stĺpy sú uložené na základovú konštrukciu kĺbovo. Priestorová tuhosť je zaistená systémom pozdĺžnych, priečných stužidiel a väzníc. Všetky prúty ocelevej konštrukcie sú z valcovaných profilov, ktorých návrh je prevedený podľa platných noriem ČSN EN. Použitý materiál nosných prvkov je oceľ triedy S355 prípadne S235 (bežná oceľ).

Kľúčové slová

ocel'ová konštrukcia, športová hala, oblúková konštrukcia, zastrešenie, volejbal, zaťaženie, návrh, statické posúdenie, namáhanie

Abstract

The aim of this work is design and assessment of the steel roof structure of the hall object designed for volleyball training and events located in Brno. Ground plan dimensions are in the shape of a rectangle with a floor space 30 x 40 m. The hall consists of 9 cross-lens spaced by 5 m. The truss girders are arc-shaped, pinned on column. Structure is divided into two areas with height difference of 6 m. Spatial stiffness is ensured by a system of longitudinal, diagonal strut and purlins.

Keywords

steel structure, sports hall, arched structure, roofing, volleyball, load, static assessment, stress

Bibliografická citácia VŠKP

Katarína Polrecká *Ocelová konstrukce volejbalové haly*. Brno, 2017. 27 s., 126 s. příl. Bakalárskej práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Michal Štrba, Ph.D.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spracovala samostatne, a že jsem uviedla všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa 20. 5. 2017

Katarína Polerecká
autor práce

PREHLÁSENIE O ZHODE PAPIEROVEJ A ELEKTRONICKEJ FORME VŠKP

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že elektronická forma odovzdanej bakalárskej práce je zhodná s odovzdanou papierovou formou.

V Brne dňa 20. 5. 2017

Katarína Polerecká
autor práce

POĎAKOVANIE

Rada by som touto cestou poďakovala pánovi Ing. Michalovi Štrbovi Ph.D. za odborné vedenie, poskytnuté rady, ochotu pri konzultovaní mojej bakalárskej práce.

Ďalej ďakujem mojej rodine za nekonečnú podporu, ktorú mi počas štúdia poskytla.

OBSAH BAKALÁRSKEJ PRÁCE

A. Uvodný dokument

- Titulný list
- Zadanie VŠKP
- Popisný súbor
- Abstrakt, kľúčové slová
- Bibliografická citácia VŠKP
- Prehlásenie o pôvodnosti VŠKP
- Prehlásenie o zhode papierovej a elektronickej formy VŠKP
- Poďakovanie
- Obsah práce

B. Technická správa

C. Statický výpočet

D. Výstup zo statického programu

E. Výkresová dokumentácia

- 01 Pôdorys
- 02 Priečny rez A-A´
- 03 Pozdĺžny rez B-B´
- 04 Výkres kotvenia
- 05 Konštrukčný výkres väzníka



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

B – TECHNICKÁ SPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Katarína Polerecká

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2017

Obsah

Obsah.....	- 12 -
1. Úvod.....	- 13 -
2. Základné údaje	- 13 -
2.1 Popis objektu	- 13 -
2.2 Dispozícia	- 13 -
3. Použité normatívne podklady.....	- 14 -
4. Zaťaženie.....	- 14 -
5. Výpočet a statické riešenie	- 15 -
6. Popis nosnej konštrukcie.....	- 16 -
6.1 Strešný plášť	- 16 -
6.2 Vážnice	- 17 -
6.3 Vážníky.....	- 17 -
6.4 Priečne stužidlo.....	- 17 -
6.5 Pozdĺžne stužidlo.....	- 18 -
6.6 Hlavné nosné stĺpy.....	- 18 -
6.7 Stĺpy čelnej steny.....	- 18 -
7. Spoje.....	- 18 -
7.1 Kotvenie do základov K1	- 18 -
7.2 Montážne spoje väzníku	- 19 -
7.3 Pripojenie výplňových prútov väzníku.....	- 19 -
8. Montážny postup	- 19 -
9. Materiál	- 20 -
10. Ochrana konštrukčných prvkov	- 20 -
11. Výkaz materiálu	- 21 -

1. Úvod

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom nosnej ocelejovej konštrukcie objektu určeného primárne pre volejbalové tréningy a podujatia. Športová hala je situovaná v blízkosti mesta Brno. Navrhnutá konštrukcia má oblúkovú strechu. Pôdorys je obdĺžnikový s rozmermi 30 x 40 m. Svetlá výška v hrebeni konštrukcie sa pohybuje v rozmedzí 7,5 m - 13,25 m. Použitými materiálmi sú ocele S235 (bežná oceľ) a S355.

2. Základné údaje

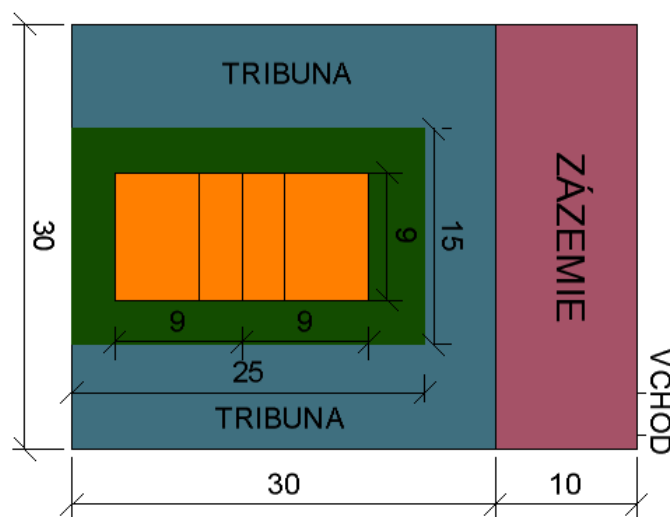
2.1 Popis objektu

Hlavná nosná konštrukcia je tvorená rovinnou priečnou väzbou z priehradových väzníkov oblúkového tvaru s jedným polomerom. Väzníky sú navrhnuté z dutých válcovaných profilov a sú kĺbovo pripojené k plnostenným stĺpom výšky 12 m. Celkovo sa v konštrukcii nachádza 9 priečných väzieb. Stĺpy sú uložené kĺbovo. Osová vzdialenosť priečných väzieb je 5 m a sú spojené plnostennými väznicami. Väznice sú usporiadané radiálne, navrhnutý profil IPE 220. Priestorovú tuhosť konštrukcie zabezpečuje spolu s väznicami systém stužidiel: priečne, pozdĺžne, odkvapové. Hala je výškovo rozdelená na dve časti a to: hraciu plochu (OBL1) a zázemie (OBL2).

2.2 Dispozícia

Dĺžka objektu:	40 m
Šírka objektu:	30 m
Výška objektu:	16,63 m
Svetlá výška v strede:	13,25 m (7,25 m)
Svetlá výška na kraji:	10,12 m

Pôdorysné ako aj výškové rozmery sú navrhnuté s ohľadom na účel stavby. Hlavným faktorom pri návrhu geometrie boli rozmery ihriska spĺňajúce medzinárodné požiadavky a minimálnu svetlú výšku 12,5 m nad celou hracou plochou.



Obrázok 1- Schéma hracieho ihriska

3. Použité normatívne podklady

Konštrukcia je až na niektoré výnimky navrhnutá podľa platných noriem ČSN EN. Konkrétna špecifikácia všetkých použitých noriem je v zozname použitých zdrojov.

- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí

4. Zaťaženie

Výpočet zaťaženia je prevedený prostredníctvom zaťažovacích stavov, na základe platných noriem ČSN EN – 1991. Všetky plošné zaťaženia pôsobiace na zastrešenie a opláštenie boli prevedené na líniové zaťaženia pôsobiace na väznice a pažďíky.

Z hľadiska klimatického zaťaženia snehom spadá lokalita Brno podľa snehovej mapy Českej republiky do oblasti II. Charakteristická hodnota zaťaženia snehom na zemi pre oblasť II je $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$.

Z hľadiska klimatického zaťaženia vetrom spadá lokalita Brno podľa mapy veterných oblastí Českej republiky do oblasti II. Výchádzajúca základná rýchlosť vetra v oblasti II je $v_{b0} = 25 \text{ m/s}$. Kategóriu terénu v okolí uvažujeme č.II (nízka vegetácia, izolované prekážky).

Konštrukcia bola zaťažovaná 11 zaťažovacími stavmi:

Stále zaťaženie:

- ZS1 - Vlastná tiaž vygenerovaná programom SCIA Engineer
- ZS2 - Ostatné stále zaťaženie

Strešný panel Kingspan KS1000 RW 100

zaťaženie panelu: $0,114 \text{ kN/m}^2$

Stenový panel Kingspan KS 1000 FH 80

zaťaženie panelu: $0,194 \text{ kN/m}^2$

- ZS3 - Zaťaženie vzduchotechnikou 80 kg/m^2

Premenné zaťaženie

- ZS4 - Sneh plný
- ZS5 - Sneh naviaty do stredu
- ZS6 – Sneh naviaty na pravú stranu
- ZS7- Sneh naviaty na ľavú stranu
- ZS8 – Vietor priečny zľava
- ZS9 – Vietor priečny zprava
- ZS10 – Vietor pozdĺžny na štítovú stenu 1 (vyššia)
- ZS11 – Vietor pozdĺžny na štítovú stenu 2 (nižšia)

Podrobnejšie viď statický výpočet

Kombinácie zaťažovacích stavov pre medzný stav únosnosti sú vypočítané podľa kombinačnej rovnice 6.10. uvedenej v ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí.

Kombinácie zaťažovacích stavov pre medzný stav použiteľnosti sú vypočítané podľa kombinačnej rovnice 6.14b (charakteristická kombinácia zaťaženia).

5. Výpočet a statické riešenie

Výpočet výsledných vnútorných síl a príslušných kombinácií bol získaný z priestorového modelu konštrukcie modelovaného v programe SCIA Engineer 16.0 (študentská licencia), lineárny výpočet metódou konečných prvkov. Prvky sú posúdené ručne a pomocou programu MS Excel.

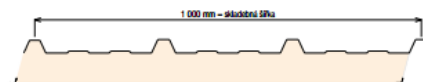
6. Popis nosnej konštrukcie

6.1 Strešný plášť

Strešná krytina je tvorená z panelov Kingspan KS 1000 RW 100, ktoré sú súčasne finálnou vrstvou. Ide o panel s trapézovým plechom s tromi vlnami na exteriérovej strane a mierne profilovaným plechom na strane interiéru. Panely sú pripevnené k väzniciam skrutkami. Únosnosť panelov je garantovaná pre charakteristické zaťaženie snehom (oblasť II) $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$ do rozponu 4,0 m. Pre maximálne charakteristické sanie vetra $w_e = 1,454 \text{ kN/m}^2$ do rozponu 3,99 m.

Strešní panel KS1000 RW 100

plech vonjší/vnútorný 0,5 / 0,4 mm S280GD podľa ČSN EN 14509



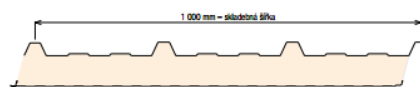
Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zatížení sněhem [kN/m²]																	
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50
Prostý nosník	I, II, III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		6,65	5,66	4,96	4,10	3,45	2,94	2,54	2,21	1,96	1,75	1,58	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01
Spojitý nosník o 2 polích	I (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		5,96	4,21	3,34	2,82	2,46	2,21	2,02	1,86	1,74	1,63	1,54	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01
	II (f)	60	60	60	60	60	60	60	62	65	67	69	71	71	72	72	73	73	75
		60	60	60	60	60	60	60	62	65	67	69	71	71	72	72	73	73	75
	III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		5,96	4,21	3,34	2,82	2,46	2,21	2,02	1,86	1,74	1,63	1,54	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01
Spojitý nosník o 3 a více polích	I (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		6,77	4,75	3,75	3,15	2,74	2,45	2,23	2,06	1,92	1,75	1,58	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01
	II (f)	60	60	60	60	60	60	62	65	68	71	71	71	71	71	72	72	73	73
		60	60	60	60	60	60	62	65	68	71	71	71	71	71	72	72	73	73
	III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		6,77	4,75	3,75	3,15	2,74	2,45	2,23	2,06	1,92	1,75	1,58	1,45	1,34	1,26	1,18	1,12	1,06	1,01

hodnota zatížení

Obrázok 2- Tabuľka maximálnych rozstupov od výrobcu strešného plášťa Kingspan pre panel KS1000 RW 100- zaťaženie snehom

Střešní panel KS1000 RW 100

plech vnější/vnitřní 0,5 / 0,4 mm S280GD podle ČSN EN 14509



Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zatížení, SÁNÍ větru [kN/m²]																				hodnota zatížení
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	
Prostý nosník	I, II, III (f)	6,74	5,68	5,10	4,70	4,30	3,99	3,73	3,52	3,34	3,18	3,04	2,90	2,76	2,62	2,47	2,33	2,20	2,08	1,97	1,87	
Spojitý nosník o 2 polích	I (f)	10,06	6,79	4,74	3,74	3,14	2,73	2,43	2,21	2,03	1,88	1,76	1,66	1,57	1,49	1,42	1,36	1,31	1,26	1,21	1,17	
	II (f)	10,06	6,39	4,45	3,51	2,96	2,58	2,31	2,10	1,94	1,80	1,69	1,60	1,51	1,44	1,38	1,32	1,27	1,22	1,18	1,14	
	III (f)	10,06	5,75	4,00	3,18	2,70	2,37	2,14	1,95	1,81	1,69	1,59	1,51	1,43	1,37	1,31	1,26	1,22	1,17	1,14	1,10	
Spojitý nosník o 3 a více polích	I (f)	10,63	7,69	5,51	4,30	3,56	3,07	2,71	2,44	2,23	2,06	1,92	1,80	1,70	1,62	1,54	1,48	1,42	1,36	1,32	1,27	
	II (f)	10,63	7,68	5,30	4,13	3,42	2,95	2,61	2,35	2,15	1,99	1,86	1,75	1,65	1,57	1,50	1,44	1,38	1,33	1,28	1,24	
	III (f)	10,63	7,25	4,98	3,86	3,20	2,76	2,45	2,22	2,03	1,89	1,76	1,66	1,58	1,50	1,44	1,38	1,32	1,28	1,24	1,20	

Minimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplyvá-li z tabulek pro zatížení v tlaku šířka větší.

Obrázok 3- Tabuľka maximálnych rozstupov od výrobcu strešného plášt'a Kingspan pre panel KS1000 RW 100- zaťaženie vetrom

6.2 Vážnice

Vážnice majú dĺžku 5,0 m a konštantnú osovú vzdialenosť 3,0 m. Sú klbovo pripojené k hornému pásu väzníku pomocou styčnickového plechu a skrutiek. Prierez väzníc je IPE 220, materiál S235. Vážnice staticky pôsobia ako jednoduché nosníky.

6.3 Väzníky

Väzník je navrhnutý ako priehradový, oblúkový s jedným polomerom $r = 16$, rozpätie 30,0 m a osová vzdialenosť 5,0 m. V hrebeni sú od seba horný a dolný pás vzdialené 3,2 m, na konci (v mieste spojenia so stĺpom) 2,0 m. Všetky pruty väzníku sú navrhnuté ako trubkové, válcované za tepla z ocele S355.

Horný a dolný pás: 4HR TR 140x140x6,3

Diagonály: TR 88,9x8,0

TR 76,1x4,0

TR 76,1x5,0

Z hľadiska prepravy na stavenisko je väzník rozdelený na 3 montážne diely. Vo výbere prepravy rozhoduje krajný montážny diel dĺžky 11,38 m a výšky 3,145 m.

6.4 Priechne stužidlo

Priechne stužidlá sú umiestnené v krajných poliach haly a v mieste zmeny výšky. V prútoch stužidla uvažujeme ťah aj tlak. Stenové stužidlo dimenzie TR 76,1x4,0 a strešné

priečne stužidlo TR 88,9x5,0 z ocele S355. Zaisťujú priestorovú tuhosť konštrukcie a prenášajú zaťaženie pôsobiace pozdĺžne do podpôr.

6.5 Pozdĺžne stužidlo

Pozdĺžne zvislé stužidlá sú umiestnené pod väznicami A, C, E, G, I, K. V stužidle uvažujeme iba ťah. Kríženie diagonál je riešené pomocou styčnickového plechu. Pruty sú navrhnuté z profilov TR 60,3x4,0, S355.

Odkvapové pozdĺžne stužidlá sú umiestnené v krajných poliach väzníc ako kruhové trubky o rozmere TR 76,1x4,0, S355.

6.6 Hlavné nosné stĺpy

Výška stĺpov je 12,0 m, v nižšej časti 6,0 m. V päte sú stĺpy navrhnuté ako kĺbovo uložené, kotvené do betónovej pätky. K stĺpom sú pripojené pásy väzníka pomocou čapového spoja a krajná diagonála pomocou skrutkového spoja cez styčnickový plech. Stĺpy sú profilu HEA 450, S235.

6.7 Stĺpy čelnej steny

Stĺpy šitotvej steny lícujú s dolným pásom väzníku, výška sa líši podľa umiestnenia v priečnom reze, maximálne však 13,195 m. Pripojenie stĺpu k väzníku umožňuje zvislý posun pomocou predĺženého otvoru. Statická schéma je obojstranne kĺbovo pripojený prut, z čoho vyplýva, že v uložení pôsobí iba tlakové namáhanie. Stĺpy dlhšie ako 12 m sú rozdelené na dva montážne celky podľa priebehu vnútorných síl približne v 2/3 svojej výšky. Spoje sú prevedené ako skrutkové. Navrhnutý prierez HEA 320, S235.

7. Spoje

7.1 Kotvenie do základov K1

Vzhľadom k lokalite, v ktorej bude stavba umiestnená je uloženie konštrukcie do základov uvažované ako neposuvné, kĺbové. Kotvenie je prevedené pomocou pätnjej dosky 630x500 mm, tl. 20 mm, ku ktorej je k stĺp pripojený kútovým zvarom po celkom obvode prierezu. Stĺp je ukotvený do pätky pomocou dvoch vopred zabetonovaných skrutiek s kotviacou hlavou M30 tr. 5.8. Použitá oceľ S235, betón C20/25. Hĺbka kotvenia je 400 mm.

Ďalej je pre kotvenie K1 navrhnutá šmyková zarážka z profilu HEA 120, ktorá je zo spodu kútovým zvarom pripojená k pätnjej doske.

7.2 Montážne spoje väzníku

Montážny spoj je navrhnutý tak, aby bolo možné dielce jednoducho dopraviť z výroby na miesto stavby. Väzník je rozdelený na tri časti, pričom krajné dielce sú rovnakých rozmerov. Horný a dolný pás je prerušený 1,0 m od styčníku. Spoj je riešený čelnou doskou privarenou kútovým zvarom po celom obvode štvorcovej trubky. Čelné dosky sú hrubé 20 mm a spojené 4 skrutkami M20 tr. 6.8 pre horný pás a 6 skrutkami M20 tr. 6.8 pre dolný pás. Ďalej v mieste montážneho spoju bude na oba pásy kútovými zvarmi privarený styčníkový plech, na ktorý bude diagonála pripojená dvomi skrutkami M16 tr. 5.6.

7.3 Pripojenie výplňových prútov väzníku

Okrem krajných diagonál sú všetky diagonály a zvislice k pásom väzníka pripojené kútovým zvarom s účinnou šírkou 4 mm.

8. Montážny postup

Montáž je možné previesť z oboch koncov súčasne, Montážne spoje sú navrhnuté ako skrutkové.

Postup montáže:

1. Vybetónovanie základových konštrukcií spolu s osadenými vopred zabetónovanými skrutkami s kotvenou hlavou.
2. Vztyčenie stĺpov, rektifikácia a následná podliatie ocelovej dosky cementovou maltou. Počas celého procesu sú stĺpy montážne zaistené.
3. Zmontovanie väzníkov do konštrukčného celku
4. Vztyčenie väzníkov číslo 1 a 2, pripojenie k stĺpom a zaistenie stability v pozdĺžnom smere pripojením priečných stužidiel a následne paždíkov, väzníc a pozdĺžneho stužidla.
5. V tom istom čase je celý postup popísaný v bode č. 4 opakovaný pre priečne väzby číslo 8 a 9.
6. Následne sú pripojené ďalšie väzníky k už postaveným, zaisteným rámom a to v smere od krajných väzieb do stredu, symetricky na oboch stranách súčasne.
7. Po pripojení všetkých väzníkov, väzníc, stužidiel, paždíkov sú vztyčené štítové stĺpy HEA 320, ich kotvenie a pripojenie k pásom väzníka
8. Na záver budú osadené stenové a strešné panely Kingspan

9. Ostatné stavebné práce- izolácie, podlahy

9. Materiál

Hlavný materiál pre prvky väzníkov, systému stužidiel, paždíkov je oceľ S355JR. Hlavné nosné stĺpy, štítové stĺpy a väznice sú prevedené z ocele S235JR. Na kotvené spoje je použitá oceľ S235, skrutky triedy 5.8, montážne spoje sú zo skrutiek triedy 6.8, čapy pripájajúce pásy väzníkov sú z S355, krajné diagonály ako najviac namáhané sú pripojené pomocou vysokopevnostných skrutiek triedy 8.8.

10. Ochrana konštrukčných prvkov

Ochrana konštrukcie bude prevedená pomocou antikorózných náterov. Základný živičný náter s antikoróznym pigmentom nanesený na podklad, nasleduje medzivrstva v podobe živičného náteru a konečný náter chrániaci spodné vrstvy pred vonkajšími vplyvmi. Nátery budú prevedené v dvoch vrstvách hrúbky 2x 100 µm natieraním aj striekaním.

11. Výkaz materiálu

Výkaz materiálu je získaný pomocou programu Scia Engineer. Týka sa nosných častí konštrukcie. Môže slúžiť k orientačnej predstave hmotnosti a ploche konštrukcie.

VÝKAZ MATERIÁLU						
PRVOK	PRIEREZ	DĚŽKA [m]	HMOTNOSTĚ		POVRCH [m ²]	MATERIÁL
			[kg/m]	[kg]		
HORNÝ PÁS	4HR TR 140/140/6,3	317,84	26,1	8308,6	172,9	S355
DOLNÝ PÁS	4HR TR 140/140/6,4	309,72	26,1	8096,2	168,5	S355
DIAGONÁLY KRAJ	TR 88,9/8,0	246,83	15,9	3933,3	68,87	S355
DIAGONÁLY STRED	TR 76,1/4,0	169,65	7,1	169,65	40,55	S355
ZVISLICE KRAJ	TR 76,1/5,0	133,10	8,8	1170,2	31,81	S355
ZVISLICE STRED	TR 76,1/4,0	155,87	7,1	1108,5	37,25	S355
VAZNICE	IPE 220	440,00	26,2	11536,4	372,91	S235
PRIEČNE STUŽIDLÁ STENOVÉ	TR 76,1/4,0	190,32	7,1	1351,23	41,89	S355
PRIEČNE STUŽIDLÁ STREŠNÉ	TR 88,9/5,0	229,56	10,4	2387,42	75,98	S355
POZDĚŽNE STUŽIDLÁ	TR 60,3/4,0	425,56	5,5	2361,8	80,43	S355
STĚP HLAVNÝ	HEA 450	192,00	139,7	26828,2	385,91	S235
STĚP ŠTĚTOVÝ	HEA 320	77,44	97,3	7537,7	136,29	S235
MEDZISTĚPIK ŠTĚTOVÝ	HEA 140	12,04	24,6	296,8	9,56	S235
PAŽDĚKY	UPN 300	515,24	46,2	23782,5	489,48	S355

Celková hmotnosť konštrukcie:

98 868,5 kg

Povrch konštrukcie:

2112,33 m²

Celková hmotnosť + spoje ≈3% :

101 834,5 kg

Zoznam použitých zdrojov a literatúry

Literatúra

- [1] PETŘÍČKOVÁ, M., *Ocelové nosné konstrukce*, 1. vyd., Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., květen 2001. 145s. ISBN 80-7204-186-X
- [2] STUDNIČKA, J., MACHÁČEK, J., *Ocelové konstrukce 20* 1. vyd., Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. 309s. ISBN 80-01-02529-2
- [3] FALTUS, F., *Ocelové konstrukce pozemního stavitelství*, 1.vyd., Praha: ČSAV, 1960, 575s. ISBN
- [4] STUDNIČKA, J., HOLICKÝ, M., MARKOVÁ, J., *Ocelové konstrukce 2 - Zatížení*. 1. vyd., Praha: Vydavatelství ČVUT, 2007. 138s. ISBN 978-80-01-03768-3

Normy

- [5] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, březen 2004, 76.s
- [6] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, březen 2004. 44s.
- [7] ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut, červen 2005. 52s.
- [8] ČSN EN 1993-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, duben 2007. 124s.
- [9] ČSN EN 1993-1-1. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 96s.

[10] ČSN EN 1993-1-8. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků*. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 128s.

[11] ČSN 01 3483. *Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy kovových konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, červen 1986. 44s.

Internetové zdroje:

[12] Čítanka výkresů ocelových konstrukcí [online] ©2006 [cit. 2017-05-23] Dostupné z: <http://citankaok.wz.cz/index.htm>

[13] Tabulky ocelové konstrukce [online] [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.oceltabulky.cz/>

[14] MACHÁČEK, J. *Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.* [online]. ©2012 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z : <http://people.fsv.cvut.cz/www/machacek/>

[15] KINGSPAN | Česká Republika. Document Moved [online]. Copyright © Kingspan Group [cit. 23.05.2017]. Dostupné z: <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz>

[16] FERONA, a.s. Feron, a.s. – *Velkoobchod s hutním materiálem* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/>

Zoznam použitých skratiek a symbolov:**Veľké písmená:**

A	plná prierezová plocha šróbu
A	prierezová plocha
A_S	plocha šróbu účinná v ťahu
$B_{P,Rd}$	návrhová šmyková únosnosť pri pretlačení hlavy alebo matice skrutky
C_{dir}	súčiniteľ smeru
C_{mLT}	súčiniteľ ekvivalentného konštantného momentu
C_{my}	súčiniteľ ekvivalentného konštantného momentu
$C_{0(z)}$	súčiniteľ ortografie
C_{season}	súčiniteľ ročného obdobia
C_t	teplený súčiniteľ
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnosť skrutky otláčeni
F_{Ed}	návrhová pôsobiaca sila
$F_{t,Rd}$	návrhová únosnosť skrutky v ťahu
$F_{V,Ed}$	návrhová šmyková sila v skrutke v medznom stave únosnosti
$F_{V,Rd}$	návrhová únosnosť skrutky v strihu
E	modul pružnosti v ťahu, tlaku
G	modul pružnosti v šmyku
I_t	moment zotrvačnosti v krútení
I_y	moment zotrvačnosti prierezu k ose y
I_z	moment zotrvačnosti prierezu k ose z
L	dĺžka zvaru
$L_{cr,y}$	kritická vzperná dĺžka kolmo k ose y
$L_{cr,z}$	kritická vzperná dĺžka kolmo k ose z
$M_{c,Rd}$	návrhová únosnosť v ohybe
M_{Ed}	návrhový ohybový moment
M_{Rk}	charakteristická únosnosť rozhodujúceho prierezu v ohybe
$N_{b,Rd}$	vzperná únosnosť
N_{cr}	kritická sila
$N_{cr,y}$	pružná kritická sila pri rovinnom vzpere k ose y
$N_{cr,z}$	pružná kritická sila pri rovinnom vzpere k ose z

N_{Ed}	návrhová hodnota osovej sily
$N_{pl,Rd}$	návrhová únosnosť neoslabeného prierezu
N_{Rk}	charakteristická únosnosť rozhodujúceho prierezu pri pôsobení osovej sily
$N_{t,Rd}$	návrhová únosnosť v ťahu
$N_{u,Rd}$	návrhová únosnosť oslabeného prierezu
R	výslednica síl
V_{Ed}	návrhová šmyková sila
$V_{pl,Rd}$	plastická šmyková únosnosť prierezu
$W_{el,y}$	elastický prierezový modul k ose y
$W_{el,z}$	elastický prierezový modul k ose z

Malé písmená:

a	účinná výška zvaru
b	šírka prierezu
d	hlbka konštrukcie (dĺžka povrchu rovnobežná so smerom konštrukcie)
d	výška rovnej časti stojiny
d	menovitý priemer
d_0	priemer otvoru pre skrutku
e	excentricita normálovej sily
e	vzdialenosť skrutky od okraju
f_{cd}	výpočtová hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku
f_{ck}	charakteristická hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku
f_y	medz kluzu
f_u	medz pevnosti
f_{ub}	medz pevnosti materiálu skrutky
h	výška prierezu
h	výška konštrukcie
k_r	súčiniteľ terénu
k_w	súčiniteľ vzpernej dĺžky
k_{yy}	súčiniteľ interakcie
k_{yz}	súčiniteľ interakcie
k_z	súčiniteľ vzpernej dĺžky
k_{zy}	súčiniteľ interakcie

k_{zz}	súčiniteľ interakcie
l_{eff}	efektívna dĺžka
n	počet strihových rovín
$q_p(z)$	maximalná hodnota dynamického tlaku vetra
s	charakteristická hodnota zaťaženia snehom
s_k	základná tiaž snehu
t	hrúbka
$v_{b,0}$	počiatočná hodnota základnej rýchlosti vetra
v_m	stredná rýchlosť vetru
z_0	parameter drsnosti terénu
z	výška nad zemou
z_{min}	minimálna výška

Veľké grécke písmená

Φ	hodnota pre výpočet súčiniteľa vzpernosti
Φ_{LT}	hodnota pre výpočet súčiniteľa klopenia

Malé grécke písmena

α	súčiniteľ
α_1	súčiniteľ imperfekcie
α_{LT}	súčiniteľ imperfekcie pri klopení
β	súčiniteľ vzpernej dĺžky
β_w	korelačný súčiniteľ pre zvary závislý na druhu ocele
γ_{M1}	čiastkový súčiniteľ spoľahlivosti materiálu
γ_{M2}	čiastkový súčiniteľ spoľahlivosti pre spoje
ε	súčiniteľ závislý na f_y
λ	štíhlosť
λ_y	štíhlosť k ose y
λ_z	štíhlosť k ose z
λ_T	pomerná štíhlosť pri klopení
μ_{cr}	bezrozmerný kritický moment
μ_i	tvarový súčiniteľ zaťaženia snehom
π	Ludolfovo číslo
ρ	merná hmotnosť vzduchu

τ	šmykové napätie
χ_{LT}	súčiniteľ klopenia
χ_y	súčiniteľ vzpernosti pri rovinnom vzpere k ose y
χ_z	súčiniteľ vzpernosti pri rovinnom vzpere k ose z